2006 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 Vol. 33, No. 1(D)

ZigBee 준정밀수 데이터형의 표현 구간 개선 방안*

이승재[O] ,김상경, 김창화
강릉대학교 컴퓨터공학과
{silveree[O], skkim98, kch}@kangnung.ac.kr

The Improvement of the Representation Scope of ZigBee Semi-Precision Number Data Type

Seungjae Lee[0], Sangkyung Kim, Changhwa Kim
Department of Computer Engineering, Kangnung National University

요 약

최근 유비쿼터스 컴퓨팅 시대에 가까워지면서, 다양한 형태의 소형센서를 무선네트워크으로 연결하여 일정 범위 내의 다양한 정보를 수집하여 이용할 수 있는 무선센서네트워크시스템에 대한 연구가 활발히 진행중이다. 현재 가장 널리 사용되고 있는 무선센서네트워크 아키텍처는 IEEE 802.15.4에 제안된 MAC과 ZigBee Alliance에서 개발된 ZigBee를 이용한 것이다. ZigBee에는 네트워계층, 응용프레임웍 등 많은 기능과 규격이 포함되어 있으며, 그 중 응용프레임웍에는 각 센서장치들 간의 통신을 원활하게 하기 위하여 여러 가지 데이터 형이 정의되어 있다. ZigBee 응용프레임웍에 정의되어 있는 여러 데이터형 중 준정밀수형(semi-precision number type)은 수의 절대값이 작은 범위에서는 높은 해상도로 수를 표현할 수 있고 절대값이 큰 범위일수록 상대적으로 낮은 해상도로 수를 표현할 수 있어, 빛의 강도, 소리의 크기 등 그 크기를 표현함에 있어 절대값에 반비례하는 해상도로 표현하여도 무방한 경우 매우 유용하게 사용된다. 그러나 현재 ZigBee에서 정의한 준정밀수형은 높은 해상도로 표현되어야 하는 구간 중 특정 구간에서 해당 값을 표현할 수 없는 구간이 존재한다. 본 논문에서는 이와 같은 준정밀수의 특징과 문제점을 살펴보고, 이러한 문제를 해결할 수 있는 새로운 형식의 준정밀수형을 제안한다.

1. 서 론

최근 다양한 형태의 소형센서를 무선네트웍으로 연결하여 일정 범위 내의 다양한 정보를 수집 및 이용할 수 있는 무선센서네트웍시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 무선센서네트웍시스템은 소형, 저가격, 저전력소모, 대량, 무선네트웍 등의 특징을 가지고 있으며 앞으로 다가올 유비쿼터스 컴퓨팅 시대에 필수적인 요소일 뿐 아니라, 군사, 건축, 방재 등 그 응용범위가 매우 넓다[1,2,3].

무선센서네트웍기술은 크게 센싱기술과 무선네트웍기술로 나누어 볼 수 있는데, 무선네트웍기술의 경우 전력소모량, 통신범위 등에 따라 여러 형태로 나뉘어 진다. 그 중 저전력 단거리 무선네트웍에 가장 많이 사용되고 있는 아키텍쳐는 IEEE 802.15.4에 제안된 물리계층과 MAC계층 위에 ZigBee Alliance에서 개발된 ZigBee를 결합한 형태의 아키텍쳐이다. IEEE 802.15.4는 저전력 단거리 무선네트웍의 물리계층과 MAC계층을 정의한데 비해 ZigBee는 MAC 상위계층의 기능과 규격에 대하여 정의하고 있다[4,5]. ZigBee에는 네트워크계층, 응용프레임웍 등 다양한 기능과 규격이 포함되어 있으며, 응용프레임웍에는 각 노드들이 정확하게 정보를 교환하는데 필요한 여러 데이터형들이 정의되어 있다. ZigBee 응용프레임웍에 정의되어있는 여러 데이터형 중 준정밀수형(semi-precision number type)은 수의 절대값이 작은 범위에서는 높은 해상도로 수를 표현할 수 있고 절대값이 큰 범위일수록 상대적으로 낮은 해상도로 수를 표현할 수 있어, 빛의 강도, 소리의 크기 등 그 크기를 표현함에 있어 절대값에 반비례하는 해상도로 표현하여도 무방한 경우 매우 유용하게 사용된다. 그러나 현재 ZigBee에서 정의한 준정밀수형은 높은 해상도로 표현되어야 하는 구간 중 일부 구간이 표현 불가능하도록 정의되어있어 실제로 사용함에 있어 많은 제약이 따른다. 따라서 본 논문에서는 이러한 준정밀수형의 문제점을 분석하고 이러한 단점을 극복할 수 있는 새로운 준정밀수형을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 장에서는 현재 ZigBee에 정의된 데이터형인 준정밀수형과 준정밀수형이 가지고 있는 문제점을 분석한다. 제 3 장에서는 ZigBee의 준정밀수형이 가지는 문제점을 극복할 수 있는 새로운 준정밀수형을 제안하고, 제 4 장에서 결론을 맺으며 본 논문을 마치겠다.

2. ZigBee의 준정밀수형

ZigBee 응용프레임웍은 노드들 간의 통신을 위하여 무정형, 8비트 정수형, 16비트정수형, 준정밀수형 등 여러 데이터형을 정의하고 있는데 그 중 준정밀수형은 실

* 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITA-2005-C1090-0501-0010)

수를 표현할 수 있는 16비트 데이터형으로 변수 값이 포함된 구간에 따라 표현하고자 하는 값의 크기에 반비례한는 해상도로 해당 값을 표현할 수 있다. 16비트 중 최상위 1비트는 부호비트이며 다음 5비트는 지수부를 나타내고, 나머지 10비트는 가수부이다. 이를 비트맵으로 나타내면 [그림 1]과 같고 실제 값 V는

$$V = (-1)^S \times (H + M/1024) \times 2^{(E-15)}$$

$$H = \begin{cases} 0, & E = 0 \\ 1, & E \neq 0 \end{cases}$$

로 계산된다.

	S	지수부(E)					가수부(M)									
비트	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

[그림 1] 준정밀수형의 비트맵

준정밀수형 변수의 값 V는 $E=31$이고 $M \neq 0$인 경우는 알 수 없는 값으로 분류되며, $E=M=0$일 경우는 0, $E=31$일 경우 부호비트에 의해 각각 $+\infty$ 혹은 $-\infty$로 간주된다[6].

이 준정밀수형 변수가 표현할 수 있는 값의 절대값 구간를 지수부 E에 따라 정리해 보면 [표 1]과 같다.

[표 1] ZigBee 준정밀수형의 E값에 따른 표현 범위

E	구간(절대값)	E	구간(절대값)
0	$[0, 2^{-15})$	16	$[2^1, 2^2)$
1	$[2^{-14}, 2^{-13})$	17	$[2^2, 2^3)$
2	$[2^{-13}, 2^{-12})$	18	$[2^3, 2^4)$
3	$[2^{-12}, 2^{-11})$	19	$[2^4, 2^5)$
4	$[2^{-11}, 2^{-10})$	20	$[2^5, 2^6)$
5	$[2^{-10}, 2^{-9})$	21	$[2^6, 2^7)$
6	$[2^{-9}, 2^{-8})$	22	$[2^7, 2^8)$
7	$[2^{-8}, 2^{-7})$	23	$[2^8, 2^9)$
8	$[2^{-7}, 2^{-6})$	24	$[2^9, 2^{10})$
9	$[2^{-6}, 2^{-5})$	25	$[2^{10}, 2^{11})$
10	$[2^{-5}, 2^{-4})$	26	$[2^{11}, 2^{12})$
11	$[2^{-4}, 2^{-3})$	27	$[2^{12}, 2^{13})$
12	$[2^{-3}, 2^{-2})$	28	$[2^{13}, 2^{14})$
13	$[2^{-2}, 2^{-1})$	29	$[2^{14}, 2^{15})$
14	$[2^{-1}, 2^0)$	30	$[2^{15}, 2^{16})$
15	$[2^0, 2^1)$	31	∞

[표 1]에서 $E=1, 2, \cdots, 30$ 인 경우에는 해당 구간을 1024의 해상도로 나누어 표현할 수 있고 각 구간은 인접해 있음을 알 수 있다. 하지만 $E=0$ 일 때의 구간과 $E=1$ 의 구간은 서로 연결되어 있지 않아 전체 구간 $[0, 2^{16})$에 대하여 $[2^{-15}, 2^{-14})$ 구간은 표현이 불가능하여, $E \leq 30$ 일 때 실제 표현 가능 구간은 $[0, 2^{-15})$, $[2^{-14}, 2^{16})$ 임을 알 수 있다. 구간 $[2^{-15}, 2^{-14})$은 $E \geq 1$로 표현할 수 있는 구간보다 상대적으로 작은 값들이 존재하는 구간으로 $E=0$ 때 보다는 낮거나 같고 $E \geq 1$ 일 때 보다는 높거나 같은 해상도로 표현 가능해야하므로 이 구간에서 적절한 해상도로 값을 표현할 수 있는 새로운 준정밀수형을 다음 장에서 제안한다.

3. 수정된 준정밀수형

본 논문에서는 ZigBee의 준정밀수형에서 표현 불가능한 구간을 표현하기 위하여 다음 두 가지 방법을 제안한다. 첫 번째 방법은 표현 불가능한 구간을 $E=0$일 때 표현 가능한 구간에 포함시키는 방법이고, 두 번째 방법은 $E \geq 1$일 때 표현 가능한 구간들을 모두 -2^{-15} 만큼 이동하는 방법이다.

3.1 $E=0$ 구간에 포함시키는 방법

ZigBee의 준정밀수형은 지수부 E의 값에 따라 H의 값이 0 혹은 1의 값을 취하도록 되어있다. 이 H의 값을 E의 값과 관계없이 항상 1이 되도록 한다면 값 V를 구하는 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$V = (-1)^S \times (1 + M/1024) \times 2^{(E-15)}$$

이와 같은 방법으로 값 V를 계산하면 $E=0$일 때 표현 가능한 구간이 $[0, 2^{-15})$에서 $[0, 2^{-14})$로 확장되어 ZigBee의 준정밀수형에서 표현하지 못하는 구간을 표현할 수 있으며 $E \geq 1$의 경우 표현 가능한 구간은 ZigBee의 준정밀수형이 표현하는 구간과 동일하여, $E \leq 30$ 일 때 $[0, 2^{16})$ 구간 전체에 대하여 표현 가능하다. 하지만 이 방법의 경우 $E=0,1$일 때 두 구간의 해상도가 동일하여 $E=0$일 때 $E=1$일 때 보다 더 높은 해상도가 나오지 않는다는 단점이 있다. 이 절에서 제안된 방법으로 표현 가능한 범위는 [표 2]와 같다.

[표 2] 3.1절에서 제안된 준정밀수형의 E값에 따른 표현 범위

E	구간(절대값)
0	$[0, 2^{-15})$
1	$[2^{-14}, 2^{-13})$
⋮	⋮
30	$[2^{15}, 2^{16})$

3.2 $E \geq 1$일 때 표현 가능한 구간의 이동

ZigBee의 준정밀수형이 표현하지 못하는 구간을 표현하는 또 다른 방법은 $E \geq 1$일 때 표현되는 구간 전체를 -2^{-15} 만큼 이동시켜 표현하는 방법이다.

이 방법을 구현하기 위해서는 값 V를 구하는 수식을

다음과 같이 바꿀 수 있다.

$$V=(-1)^S\times(H+M/1024)\times 2^{(E-15)}-2^{-15}\times H$$

이 방법은 3.1에서 제안한 방법과 비교하여 표현 가능한 모든 구간을 일정하게 증가되는 해상도로 표현할 수 있다는 장점이 있으나, 표현 가능 구간이 $[0, 2^{16}-2^{-15})$로 조금 줄어들며 E에 대한 표현 가능 구간을 [표 3]에 나타내었다.

[표 3] 3.2절에서 제안된 준정밀수형의 E값에 따른 표현 범위

E	구간(절대값)
0	$[0, 2^{-15})$
1	$[2^{-14}-2^{-15}, 2^{-13}-2^{-15})$
⋮	⋮
30	$[2^{15}-2^{-15}, 2^{16}-2^{-15})$

이 방법의 단점으로는 $-2^{-15}\times H$ 항이 추가되어 추가적인 계산 비용이 발생하고, 지수 E에 따른 표현 범위가 다소 복잡하게 표현되어 임의의 수에 대한 지수 E와 가수 M을 결정하는 방법이 직관적이지 못하고 다소 복잡하다는 단점이 있다.

4. 결 론

지금까지 ZigBee의 응용프레임웍에 정의되어 있는 준정밀수형이 가지고 있는 문제점과 이를 해결할 수 있는 두 가지 방법에 대하여 살펴보았다.

ZigBee의 응용프레임웍에 정의되어 있는 준정밀수형은 값의 크기에 반비례하는 해상도로 수를 표현할 수 있어 빛의 세기, 소리의 크기 등을 표현하는데 매우 유용하게 사용될 수 있다. 하지만 비교적 높은 해상도로 표현되어야할 구간 $[2^{-15}, 2^{-14})$에서는 어떠한 값도 표현이 불가능하다는 사실을 발견하였다.

본 논문에서는 이러한 문제점를 해결하기 위하여 제 3장에서 두 가지 방법을 제안하였다. 3.1절에 제안된 방법은 구간 $[2^{-15}, 2^{-14})$을 $E=0$ 일 때 표현 가능한 구간에 포함시는 방법으로 ZigBee의 준정밀수형을 계산하는 것만큼 적은 계산 비용으로 모든 구간을 표현할 수 있는 장점이 있으나 $E=0,1$일 때 구간을 같은 해상도로 표현하여 $E=0$일 때 더 정밀한 해상도가 나오지 않는다는 단점이 있다. 3.2절에서 제안한 방법은 $E\geq 1$일 때 표현되는 모든 구간을 -2^{-15} 만큼 이동시켜 모든 구간을 표현하는 방법으로 3.1절에서 제안된 방법의 단점을 극복할 수는 있으나 표현 가능한 구간의 크기가 조금 줄어들고, 추가적인 항으로 인하여 계산 비용이 늘어나며, 임의의 수에 대한 지수 E와 가수M을 계산하는 방법이 다소 복잡하다는 단점이 있다.

이와 같은 해상도 및 표현 구간 축소, 복잡한 표현 방법, 계산 비용으로 발생되는 단점을 모두 해결할 수 있는 준정밀수형에 대한 연구를 다음 연구과제로 남기며 본 논문을 마친다.

[참고문헌]

[1] Ian F. Akyildiz, Weilian Su, Yogesh Sankarasubramaniam, Erdal Cayirci, "A Survey on Sensor Networks", IEEE Communications Magazine, August 2002, pp102-103.

[2] D. Estrin, L. Girod, G. Pottie, M. Srivastava, "Instrumenting the World with wireless Sensor Networks", pp1-2.

[3] John A. Stankovic, Tarek F. Abdelzaher, Chenyang Lu, Lui Sha, Jennifer C. Hou, "Real-Time Communication and Coordination in Embedded Sensor Networks", Preceedings of the IEEE, Vol. 91, No. 7, July 2003, pp1002-1003.

[4] A. KOUBAA, M. ALVES, E. TOVAR, "IEEE 802.15.4 for Wireless Sensor Networks: A Technical Overview", ISEP-IPP, 2005, p1.

[5] IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks, IEEE Std 802.15.4-2003, 2003, pp16-17.

[6] ZigBee Specification, ZigBee Alliance, ZigBee Document 053474r06, version 1.0, 2005, pp65-66.